

PRODUKSI BIODIESEL DARI MINYAK KELAPA DENGAN KATALIS BASA MELALUI PROSES TRANSESTERIFIKASI MENGGUNAKAN GELOMBANG MIKRO (*MICROWAVE*)

Nur Hidayanti, Nurcahyanti Arifah, Rahmawati Jazilah, A. Suryanto dan Mahfud

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Jl. Arif Rahman Hakim, Sukolilo, Surabaya 60111 Indonesia
E-mail: mahfud@chem-eng.its.ac.id

Abstrak

Pada saat ini kebutuhan bahan bakar minyak semakin meningkat seiring semakin meningkatnya populasi dan semakin berkembangnya teknologi tanpa diimbangi dengan adanya cadangan sumber daya minyak bumi yang berasal dari fosil yang semakin menipis karena sifatnya yang tidak dapat diperbarui. Beberapa negara termasuk Indonesia mulai banyak melakukan penelitian dalam pencarian bahan bakar yang dapat diperbarui, salah satunya adalah biodiesel. Penelitian ini bertujuan untuk membuat biodiesel dari minyak kelapa melalui proses transesterifikasi dengan menggunakan microwave. Penelitian ini menggunakan perbandingan mol minyak kelapa terhadap metanol (1:9), konsentrasi katalis KOH (0,01% ; 0,05% ; 0,1% ; 0,15% ; 0,2% dan 0,25%), waktu reaksi (30, 60, 90, 120 dan 150 detik) dan variasi daya (100, 264 dan 400 watt). Dalam penelitian ini mempelajari pengaruh konsentrasi katalis, waktu reaksi, daya microwave terhadap yield dan kualitas produk biodiesel. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi katalis KOH 0,20%, waktu reaksi 150 detik dan daya microwave 400 watt menghasilkan yield produk biodiesel terbesar yaitu 93,22% dan hasil analisa karakteristik kualitas produk biodiesel telah sesuai dengan standar mutu biodiesel SNI 7128:2012.

Kata kunci: biodiesel, katalis, microwave, minyak Kelapa, transesterifikasi

Abstract

At the moment requirement of fuel increases with the increase population and the development of technology without balanced with reserves of petroleum resources derived from fossil dwindling because it is not renewable. Several countries, including Indonesia started doing a lot of research in the search for renewable fuels, one of which is biodiesel. This research aims to make biodiesel from coconut oil through the transesterification process using microwave. This study uses a mole ratio of oil to methanol (1:9), concentration of KOH catalyst (0.01%; 0.05%; 0.1%; 0.15%; 0.2% and 0.25%), time of reaction (30, 60, 90, 120 and 150 seconds) and power of microwave (100, 264 and 400 watts). In this research study the effect concentration of KOH catalyst, time of reaction, power of microwave to yield and quality of biodiesel product. Results from this study indicate that concentration of KOH catalyst is 0.20%, time of reaction is 150 seconds and power of microwave is 400 watt and the largest yield of biodiesel product is 93.22%. The quality product of biodiesel in this research complies with biodiesel quality standard ISO 7128: 2012.

Keywords: biodiesel, catalysts, coconut oil, microwave, transesterification

PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan bahan bakar minyak semakin meningkat seiring semakin meningkatnya populasi tanpa diimbangi dengan adanya cadangan sumber daya minyak bumi yang berasal dari fosil yang semakin menipis, karena sifatnya yang tidak dapat diperbarui. Beberapa negara termasuk Indonesia mulai banyak melakukan penelitian dalam pencarian bahan bakar yang dapat diperbarui, salah satunya adalah biodiesel (Sofer dan Zaborsky, 1981; varma dan Basant, 2003). Biodiesel adalah bahan bakar yang dapat diperbarui yang terbuat dari minyak nabati/hewani dengan memiliki beberapa keunggulan bila dibandingkan bahan bakar diesel petroleum, antara lain : berasal dari bahan baku terbarukan (*renewable*), lubrisitas tinggi, mudah terurai, tidak beracun, dapat mengurangi gas emisi hidrokarbon dan karbon monooksida (Ma dan Hanna, 1999). Proses transesterifikasi adalah proses reaksi trigliserida dengan alkohol menjadi ester dan gliserol. Reaksi trigliserida tidak dapat berlangsung sekaligus melainkan melalui langkah-langkah perubahan dari trigliserida menjadi digliserida, digliserida menjadi monogliserida dan monogliserida menjadi alkil ester (Freedman dkk, 1986).

Bahan baku yang berpotensi besar dalam pembuatan biodiesel di Indonesia adalah minyak kelapa, karena minyak kelapa memiliki kandungan ester sangat tinggi dibanding minyak diesel itu sendiri, memiliki sifat pembakaran yang baik dan ramah lingkungan (Ma dan Hanna, 1999). Selain itu Indonesia memiliki lahan perkebunan kelapa terbesar di dunia dengan total produksi mencapai lebih dari 85% total dunia, sehingga sangat mendukung dalam mengembangkan produk biodiesel dari minyak kelapa (Wright dkk, 2014).

Proses pembuatan biodiesel dapat diproduksi dengan berbagai macam cara, salah satunya melalui proses transesterifikasi. Metode yang banyak dilakukan pada proses transesterifikasi saat ini dengan menggunakan *microwave*. Yield yang dihasilkan dan waktu yang digunakan dengan pemanasan secara konvensional berbeda bila dibandingkan dengan menggunakan *microwave*. Azcan dan Danisman (2008) menjelaskan tentang efisiensi waktu dan kenaikan yield produk pada proses transesterifikasi dengan menggunakan *microwave*. Proses transesterifikasi dengan menggunakan *microwave* adalah topik utama dalam penelitian ini dan beberapa penelitian sebelumnya melakukan penelitian tentang proses transesterifikasi dengan menggunakan *microwave* (Azcan dan Danisman, 2007, 2008; Hernando dkk, 2007). Sistem kerja dari *Microwave* adalah dengan melepaskan gelombang mikro yang dihasilkan oleh tabung elektron, sehingga molekul air dalam bahan akan teragitasi yang kemudian menimbulkan

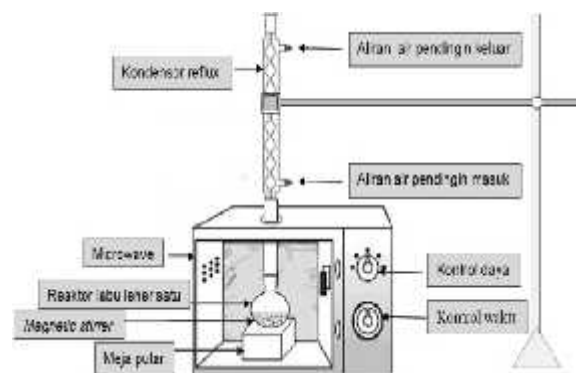
getaran dan akhirnya akan membentuk panas. Dalam *microwave*, gelombang mikro akan masuk melalui pipa bagian atas ruang oven yang dilengkapi dengan kipas pemusing untuk menyebarkan panas yang dihasilkan ke seluruh bagian oven. Kombinasi panas berintensitas tinggi dengan pusingan menyebabkan cepatnya proses pemanasan (Quitain dkk, 2008; Sajjadi dkk, 2014).

Dalam penelitian ini mempelajari tentang pengaruh konsentrasi katalis KOH, waktu reaksi, daya *microwave* terhadap yield dan kualitas produk biodiesel dengan menggunakan radiasi gelombang *microwave*.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Minyak kelapa merk Barco, Metanol, katalis basa (KOH) dan *aquadest*.



Gambar.1 Skema Alat Pada *Microwave*

Proses Transesterifikasi dengan Microwave

Proses transesterifikasi menggunakan seperangkat alat *Microwave Electrolux* (EMM2007X) yang dilengkapi reflux kondensor dan alat pemusing (meja putar). *Reactor glass* yang digunakan dalam proses transesterifikasi berukuran 500 ml dengan jumlah larutan di dalam *reactor glass* sebanyak 160 ml, sehingga tidak melebihi 30% volume ukuran *reactor glass*.

Proses transesterifikasi dengan menggunakan perbandingan mol minyak kelapa terhadap methanol (1:9), konsentrasi berat katalis KOH terhadap minyak kelapa (0,01% ; 0,05% ; 0,1% ; 0,15% ; 0,2% dan 0,25%), waktu reaksi (30, 60, 90, 120 dan 150 detik) dan variasi daya pada *microwave* (100, 264 dan 400 watt). Kemudian proses transesterifikasi dilakukan dengan cara menambahkan minyak kelapa ke dalam larutan metanol dan katalis KOH yang telah dicampur sebelumnya.

Proses pemisahan dan pemurnian biodiesel

Produk dari proses transesterifikasi kemudian didiamkan selama 24 jam di dalam corong pemisah hingga terbentuk dua lapisan. Kemudian memisahkan lapisan atas yaitu biodiesel dan lapisan bawah yaitu gliserol. Produk biodiesel kemudian dicuci menggunakan *aquadest* pada suhu 40 °C untuk menghilangkan *impurities* yang masih tersisa dan jumlah yield produk biodiesel dapat diperoleh dengan membandingkan dari jumlah berat mula-mula dari minyak kelapa.

Karakteristik dari biodiesel

Produk biodiesel yang dihasilkan dianalisa secara kualitatif dengan menggunakan alat *gas chromatography* (GC) dan analisa kuantitatif produk biodiesel, antara lain: densitas, Viskositas, *Flash point* dan *Pour point*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Dari Minyak Kelapa

Karakteristik fisik dari minyak kelapa antara lain viskositas kinematik pada 40 °C sebesar 27,15 cSt dan densitas pada 40 °C sebesar 0,913 g/cm³. Kandungan *free fatty acid* (FFA) dari minyak dapat diperoleh sebesar 0,1498% dengan cara titrasi KOH berdasarkan ASTM 6751 (D-6640). Hal ini menunjukkan bahwa dengan proses transesterifikasi dapat digunakan untuk menurunkan kandungan FFA dari minyak kelapa (Sharma dkk, 2008).

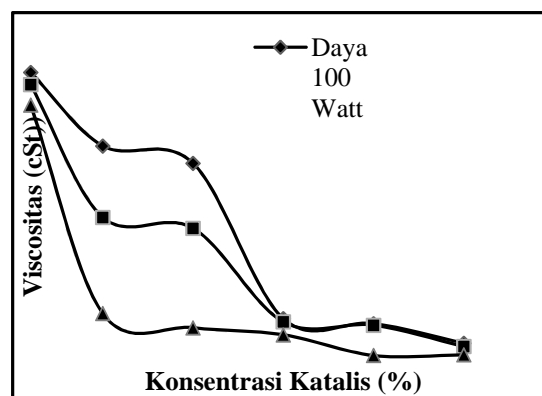
Tabel 1. Komposisi Asam lemak dalam minyak kelapa

| Asam Lemak | Komposisi (%) |
|----------------|---------------|
| Asam Hexanoat | 0,0067 |
| Asam Octanoate | 7,548 |
| Asam Laurate | 40,914 |
| Asam Myristate | 22,026 |
| Asam Palmitate | 13,6246 |
| Asam Oleat | 9,491 |
| Asam Linoleat | 5,083 |
| Asam Stearat | 0,637 |

Pada Tabel 1 menunjukkan komposisi asam lemak dalam minyak kelapa berdasarkan analisa GC, dapat diketahui bahwa komposisi asam lemak minyak kelapa *merk* Barco didominasi oleh asam laurat sebesar 40,91% dan asam miristat sebesar 22,02%. Hasil ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa asam lemak yang dominan dalam minyak kelapa adalah asam laurat sebesar 44% -51% dan asam miristat sebesar 13% -18,5% (Ma and Hanna, 1999).

Pengaruh konsentrasi Katalis KOH terhadap viskositas produk biodiesel.

Pada Gambar 2 menunjukkan pengaruh konsentrasi katalis KOH terhadap viskositas produk biodiesel pada berbagai variasi daya dengan waktu reaksi 150 detik.

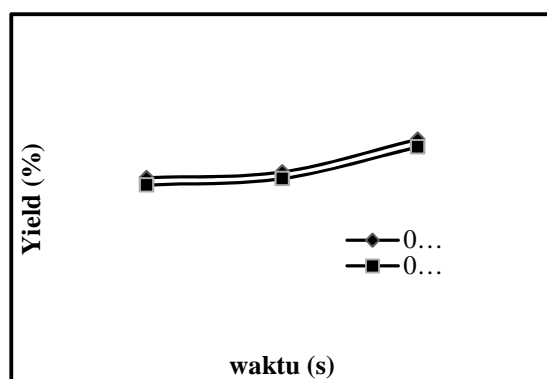


Gambar 2. Hubungan konsentrasi katalis KOH terhadap viskositas produk biodiesel pada berbagai variasi daya dengan waktu reaksi 150 detik

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa konsentrasi katalis KOH 0,01%, 0,05%, 0,1% dan 0,15% dengan daya 100 watt dan 264 watt, viskositas produk biodiesel yang dihasilkan akan terus mengalami penurunan, sedangkan pada konsentrasi katalis 0,2% dan 0,25% dengan daya 100 watt dan 264 watt, didapatkan penurunan viskositas produk biodiesel yang tidak signifikan yaitu 5,925–4,15 cSt. Pada konsentrasi katalis 0,01% dan 0,05% dengan daya 400 watt, dihasilkan penurunan viskositas produk biodiesel yang cukup besar yaitu: 22,85–6,7 cSt. Akan tetapi pada konsentrasi katalis 0,1%, 0,15%, 0,2% dan 0,25% dengan daya 400 watt terjadi penurunan viskositas produk biodiesel yang tidak signifikan yaitu 5,6– 3,45 cSt. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar jumlah konsentrasi katalis dan semakin tinggi daya yang digunakan, maka akan terjadi penurunan viskositas produk biodiesel. Hal ini menunjukkan bahwa viskositas produk biodiesel yang dihasilkan berbanding terbalik dengan konsentrasi jumlah katalis yang digunakan. Dengan semakin rendahnya nilai viskositas produk biodiesel yang dihasilkan maka semakin tinggi yield produk biodiesel yang dihasilkan (Dermibas, 2010; Marchetti, 2010; Evangelista dkk, 2012).

Pengaruh waktu terhadap yield produk biodiesel

Pada Gambar 3 menunjukkan pengaruh waktu terhadap yield produk biodiesel dengan menggunakan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25% dengan daya 400 watt.

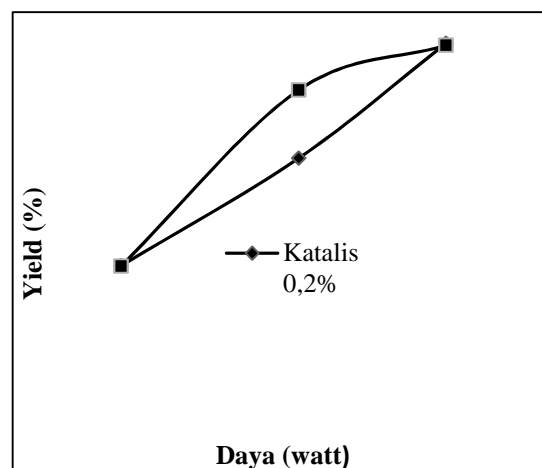


Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi terhadap yield produk biodiesel, dengan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25% pada daya 400 watt

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa pada waktu reaksi 90 detik dengan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25%, yield produk biodiesel yang dihasilkan yaitu 91,14% dan 90,75%. Pada waktu 120 detik dengan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25%, yield produk biodiesel yang dihasilkan yaitu 91,46% dan 91,09%. Pada waktu 150 detik dengan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25%, yield produk biodiesel yang dihasilkan yaitu 93,22% dan 92,81%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu 150 detik adalah waktu terbaik untuk menghasilkan yield produk biodiesel terbesar. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu reaksi yang digunakan berbanding lurus dengan peningkatan yield produk biodiesel yang dihasilkan (Shahid dkk, 2011).

Pengaruh daya terhadap yield produk biodiesel

Reaksi transesterifikasi untuk memproduksi biodiesel menggunakan pemanasan *microwave*, yield produk biodiesel meningkat dengan bertambahnya konsentrasi katalis dan waktu reaksi yang digunakan, hal ini juga dipengaruhi oleh faktor lain, yaitu daya *microwave*.



Gambar 4. Pengaruh daya pada *microwave* terhadap yield produk biodiesel dengan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25% pada waktu 150 detik

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pada daya 100 watt dengan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25% menghasilkan yield produk biodiesel yang tidak jauh berbeda yaitu 45,22% dan 45,72%. Pada daya 264 watt dengan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25% terjadi peningkatan yield produk biodiesel yang dihasilkan yaitu 68,42% dan 83,13%. Sedangkan pada daya 400 watt dengan konsentrasi katalis KOH 0,2% dan 0,25% menghasilkan yield produk biodiesel yaitu 93,22% dan 92,81%. Hal ini menunjukkan bahwa daya 400 watt adalah daya terbaik untuk menghasilkan yield produk biodiesel yang terbesar. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh daya berbanding lurus terhadap yield produk biodiesel yang dihasilkan, sehingga semakin tinggi daya yang digunakan maka yield produk biodiesel yang dihasilkan juga semakin tinggi (Shahid dkk, 2011).

Karakteristik Dari Biodiesel

Pada Gambar 5 menunjukkan hasil analisa GC sampel produk biodiesel, dapat diketahui bahwa komposisi asam lemak minyak kelapa yang terbentuk menjadi metil ester didominasi oleh metil ester laurat sebesar 53,10% dan metil ester miristat sebesar 19,23%. Hasil ini sesuai dengan hasil analisa GC bahan baku yang menyebutkan bahwa asam lemak yang dominan dalam minyak kelapa adalah asam laurat yaitu 40,91% dan asam miristat yaitu 22,05%. Dengan diketahuinya komponen metil ester pada sampel biodiesel yang telah dianalisa dengan metode GC, maka proses pembuatan biodiesel dari minyak kelapa dapat dilakukan dengan menggunakan *microwave*.



Gambar 5. Hasil analisa gas chromatography (GC) dari produk biodiesel menggunakan katalis KOH 0,20%; waktu reaksi 150 detik dan daya microwave 400 watt

Pada Tabel 2 juga menunjukkan karakteristik produk biodiesel, antara lain: densitas, viskositas, *flash point* dan *pour point*.

Tabel 2. Karakteristik produk biodiesel dengan katalis KOH 0,20%

| Karakteristik | Standar Biodiesel | | Eksperimen |
|--|-------------------|---------------|------------|
| | ASTM D6751 | SNI 7128:2012 | |
| Densitas pada 40 °C (g/cm ³) | - | 0,85 – 0,89 | 0,863 |
| Viskositas pada 40 °C (cSt) | 1,9 – 6,0 | 2,3 – 6,0 | 3,45 |
| Flash point, °C | 100 | 100 | 110 |
| Pour point, °C | | 18 | 3 |

Hasil analisa kualitatif produk biodiesel dengan menggunakan metode GC dan hasil analisa kuantitatif dari produk biodiesel menunjukkan bahwa karakteristik dari produk biodiesel yang telah dianalisa telah memenuhi standar biodiesel SNI 7128:2012

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa radiasi gelombang mikro (*microwave*) dapat dimanfaatkan dalam proses pembuatan biodiesel dengan menggunakan katalis basa KOH. Dalam penelitian ini juga mempelajari pengaruh konsentrasi katalis, waktu reaksi dan daya *microwave* terhadap yield dan kualitas produk biodiesel. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan konsentrasi katalis KOH 0,20%,

waktu reaksi 150 detik dan daya pada *microwave* 400 watt menghasilkan yield produk biodiesel terbesar yaitu 93,22%. Hasil analisa kualitatif produk biodiesel dengan menggunakan analisa GC sesuai dengan hasil analisa GC dari bahan baku yang digunakan yaitu didominasi oleh metil ester laurat dan metil ester miristat. Hasil analisa kuantitatif dari produk biodiesel, antara lain: densitas, viskositas, *flash point* dan *pour point* menunjukkan karakteristik dari produk biodiesel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil analisa kualitatif dan kuantitatif dari produk biodiesel menunjukkan bahwa karakteristik dari produk biodiesel yang telah dianalisa telah memenuhi standar biodiesel SNI 7128:2012

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada bapak DP2M Dikti atas bantuan pendanaan melalui skema Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (PUPTN- Penelitian Laboratorium).

DAFTAR PUSTAKA

- Azcan, N., Danisman, A., 2007. Alkali catalyzed transesterification of cottonseed oil by microwave irradiation. *Fuel* 86, 2639-2644.
- Azcan, N., Danisman, A., 2008. Microwave assisted transesterification of rapeseed oil. *Fuel* 87, 1781-1788.
- Hernando, J., Leton, P., Matia, M.P., Novella, J.L., Alvarez-Builla, J., 2007. Biodiesel and FAME synthesis assisted by microwave: Homogenous batch and flow processes. *Fuel* 86, 1641-1644.
- Da Silva, N.L., Garnica, J.A.G., Batistella, C.B., Wolf Maciel, M.R., 2001. Use of experimental design to investigate biodiesel production by multiple-stage Ultra-Shear reactor. *Bioresour. Technol.* 102, 2672-2677.
- Dermibas, A. (2008), "Biodiesel a Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines", ISBN-13: 9781846289941, Library of Congress Control number. 2007942233, Springer-Verlag London.
- Evangelista, J.P.C., Chellappa, T., Coriouza, A.C.F., Araujo, A.S., (2012) "Synthesis of alumina impregnated with potassium iodide catalyst for biodiesel production from rice bran oil". *Fuel Processing Technology*, 104, 90-95.
- Freedman, B., Butterfield, R.O., Pryde, E.H., 1986. Transesterification kinetics of soybean oil. *JAACS* 63, 1375-1380.
- Hernando, J., Leton, P., Matia, M.P., Novella, J.L., Alvarez-Builla, J., 2007. Biodiesel and FAME synthesis assisted by microwave: Homogenous batch and flow processes. *Fuel* 86, 1641-1644.

Nur Hidayanti, Nurcahyanti Arifah, Rahmawati Jazilah, A. Suryanto dan Mahfud: produksi biodiesel dari minyak kelapa dengan katalis basa melalui proses transesterifikasi menggunakan gelombang mikro (*microwave*)

- Ma, F., Hanna, M.A., (1999). Biodiesel production: a review. *Bioresour. Technol.* 70, 1-15.
- Freedman, B., Butterfield, R.O., Pryde, E.H., 1986. Transesterification kinetics of soybean oil. *JAACS* 63, 1375-1380.
- Marchetti, J.M., (2010), "Biodiesel Production Technologies", *Energy Science, Engineering And Technology*, ISBN 978-1-61668-963-6, Nova Science Publishers, Inc, New York.
- Quitain, A.T., Katoh, S., Goto, M., (2008), "Microwave-Assisted Synthesis of Biofuels", www.intechopen.com, 16, 415-435.
- Sajjadi, B., Aziz, A.R.A., Ibrahim, S., (2014), "Investigation, modelling and reviewing the effective parameters in microwave-assisted transesterification", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 762-777.
- Shahid, E.M., Jamal, Y., (2011). Production of biodiesel : A technical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15, 4732-4745.
- Sharma, Y.C., Singh, B., (2008). Development of biodiesel from karanj, a tree found in rural India. *Fuel* 87, 1740-1742.
- Sharma, Y.C., Singh, B., Upadhyay, S.N., (2008). Advancement in development and characterization of biodiesel: A review. *Fuel* 87, 2355-2373.
- Sofer, S., Zaborsky, O., (1999). Biomass conversion processes for energy and fuel. Plenum Press, New York.
- Varma, A., Basant, B., (2003). Green Energy Biomass Processing and Technology. Capital Publishing Company, New Delhi.
- Sofer, S., Zaborsky, O., 1981. Biomass conversion processes for energy and fuel. Plenum Press, New York.
- Wright, R.T., Wiyono, I.E., Abdi, A., (2014). Indonesia biofuels annual. *Global Agricultural Information Network (GAIN)*, ID1420.